

Pemanfaatan Maltodextrin Sebagai Perekat Untuk Meningkatkan Kualitas Briket Dari Sampah Daun Kering

Husnan Zuhry*, Muhammad Ilham Wahyudi, Mahidin, Asri Gani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, 23111

*Email: husnan.zuhry@gmail.com

Abstract

Briquettes are the new fuel that results from the compression of various organic and inorganic materials. The limited energy available today has caused researchers to continue searching for the best compositions to make proper compositions of briquettes and to fulfill human energy needs. This research offers the concept of making briquettes with organic raw materials, in the form of dried leaves waste by introducing maltodextrin as a binder. There are three main stages in this research. The first stage of preparation of raw materials is the process of destruction of dried leaves and carbonization at a temperature of 350°C to become dried charcoal powder. The second stage utilizes the charcoal powder from the first stage to form the briquettes by mixing the charcoal powder with binder before entering the printing process with a pressure of 6.5 metric tons. Variations of the maltodextrin and kanji concentrations of 4%, 6%, 8%, 10%, and 12% (by weight) provided the best briquette quality choices for operating conditions. The quality of briquettes was analyzed including calorific value, ash content, volatile matter and moisture content and fixed carbon briquette will be calculated. The results showed that the calorific value obtained in the ranged of 4432 kkal / kg - 5732 kkal / kg for maltodextrin binder and 4084 kkal / kg - 5257 kkal / kg for kanji binder. The ash content obtained ranged between 18.89% -21.55% for maltodextrin binders and 19% -22% for starch binders. The volatile content ranged from 17.45% -19.75% for maltodextrin binders and 18.19% -19.11% for starch binders. Water content ranges between 5.78% -8.23% for maltodextrin binders and 5.28% -6.43% for starch binders. Fixed Carbon obtained ranged from 38.76% - 53.65% for maltodextrin binders and 40.67% -52.81% for starch binders. Several result of briquette characteristic analysis have fulfilled SNI standard. However, there are still some analysis results still have values below the predefined standards.

Keywords: Maltodextrin, briquette, calorific value, ash content, moisture content.

Abstrak

Briket merupakan suatu bahan bakar baru yang merupakan hasil dari pemampatan berbagai bahan organik maupun anorganik. Terbatasnya energi yang ada pada masa sekarang telah menyebabkan para peneliti terus mencari komposisi terbaik untuk dapat menjadikan briket sebagai bahan bakar yang layak digunakan dan memenuhi kebutuhan manusia akan energi. Penelitian ini menawarkan konsep pembuatan briket dengan bahan baku organik berupa sampah daun kering dengan penambahan maltodextrin sebagai perekatnya. Ada tiga tahapan utama yang akan dilakukan pada penelitian ini. Pertama adalah proses persiapan bahan baku yaitu proses penghancuran daun kering sampai karbonisasi pada suhu 350°C hingga menjadi serbuk arang daun kering. Tahap kedua pembuatan briket, dengan cara mencampur serbuk arang tersebut di atas dengan perekat sebelum masuk ke proses pencetakan dengan tekanan 6,5 metric ton. Variasi konsentrasi maltodextrin dan kanji masing-masing adalah 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12 % (persen berat) memberikan pilihan kualitas briket yang terbaik terhadap kondisi operasi. Kualitas briket yang dianalisa meliputi nilai kalor (calorific value), kadar abu (ash content), kadar zat menguap (volatile matter), dan kadar air (moisture content) sementara fixed carbon briket dihitung. Hasil penelitian menunjukkan nilai kalor yang diperoleh berkisar antara 4432 kkal/kg – 5732 kkal/kg untuk perekat maltodextrin dan 4084 kkal/kg – 5257 kkal/kg untuk perekat kanji. Kadar abu yang diperoleh berkisar antara 18,89%-21,55% untuk perekat maltodextrin dan 19%-22% untuk perekat kanji. Kadar zat menguap berkisar antara 17,45%-19,75% untuk perekat maltodextrin dan 18,19%-19,11% untuk perekat kanji. Kadar air berkisar antara 5,78%-8,23% untuk perekat maltodextrin dan 5,28%-6,43% untuk perekat kanji. Fixed Carbon yang diperoleh berkisar antara 38,76%-53,65% untuk perekat maltodextrin dan 40,67%-52,81% untuk perekat kanji. Beberapa parameter karakteristik briket tersebut telah memenuhi standar SNI. Namun, masih ada beberapa yang masih memiliki nilai di bawah standar yang ditentukan.

Kata kunci: Maltodextrin, briket, calorific value, ash content, moisture content.

1. Pendahuluan

Saat ini energi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, batubara, dan gas. Penggunaan energi yang semakin meningkat akan mengakibatkan cadangan minyak, batubara, dan gas akan semakin menipis setiap tahunnya. Konsumsi bahan bakar di Indonesia telah melebihi produksi dalam negeri dan telah terjadi sejak tahun 1995. Cadangan minyak di Indonesia diperkirakan akan semakin menipis dalam waktu 10-15 tahun ke depan. Hal ini terbukti dengan seringnya terjadi kelangkaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di beberapa daerah di Indonesia [1].

Di sisi lain, volume sampah perkotaan di Indonesia diperkirakan akan meningkat lima kali lipat hingga tahun 2020 mendatang. Akibatnya, berbagai permasalahan lingkungan mulai timbul karena peningkatan sampah perkotaan ini [2]. Berdasarkan masalah-masalah tersebut, telah banyak dilakukan riset tentang energi alternatif dengan menggunakan sampah yang tak terpakai. Hasil penelitian sebelumnya dengan bahan baku ampas tebu menunjukkan bahwa dalam tahapan-tahapan kenaikan temperatur karbonisasi dari 320°C sampai 600°C diperoleh kadar karbon yang semakin bertambah [3]. Hasil yang sama juga diperoleh terhadap briket dengan bahan tumbuhan *esparto*. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi akan meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan [4].

Selain itu, penelitian tentang briket menggunakan serbuk gergaji kayu, sekam padi, kulit kacang, tempurung kelapa dan cangkang sawit juga telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya tekanan pembriketan akan mempengaruhi densitas, kekuatan geser dan laju pembakaran briket. Densitas dan kekuatan geser briket akan naik seiring dengan meningkatnya tekanan pembriketan sedangkan laju pembakarannya akan semakin menurun [5]. Salah satu riset yang telah dilakukan untuk mengantisipasi krisis energi ini adalah pembuatan briket biomassa. Saat ini telah banyak penelitian tentang briket dengan berbagai bahan baku untuk mendapatkan hasil briket yang memiliki kualitas terbaik. Namun masih memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki, seperti perekat yang digunakan. Beberapa perekat yang lazim digunakan masih memiliki kekurangan. Contohnya seperti perekat kanji yang akan membuat briket berlumut jika disimpan, perekat getah yang akan menimbulkan asap jika dibakar, dan perekat sintesis yang akan menimbulkan bau yang menyengat.

Usulan penelitian ini menawarkan konsep pembuatan briket dengan bahan baku berupa biomassa dengan penambahan *maltodextrin* sebagai

perekat untuk meningkatkan kualitas briket. Adapun penelitian ini diharapkan dapat menyempurnakan kekurangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, mengingat *maltodextrin* memiliki daya ikat kuat dan kelarutan yang tinggi. Hasil penelitian ini juga dapat memberikan informasi kepada industri briket sebagai referensi dalam memilih bahan perekat untuk pembuatan briket dan dapat memberikan kontribusi bagi peneliti lain yang tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan.

2. Metodologi penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Tube Furnace*, *Blender*, alat pencetak briket, *Desikator*, timbangan digital, ayakan 60 mesh, wadah, dan *Oven*. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu daun kering, kanji, *Maltodextrin*, *Aluminium Foil*, dan air.

2.2 Variabel-Variabel Penelitian

2.2.1 Variabel Tetap

Adapun variabel tetap dalam penelitian ini ditentukan dengan kondisi sebagai berikut.

- Temperatur karbonisasi: 350°C Massa [3]
- Massa daun kering: 15 gram
- Tekanan: 6,5 metrik ton [6]
- Ukuran sampel: 60 *mesh*.
- Waktu karbonisasi: 90 menit [7]

2.2.2 Variabel Berubah

Adapun variabel berubah dalam penelitian ini ditentukan dengan kondisi sebagai berikut.

- Konsentrasi perekat: 4 %, 6%, 8 %; 10 %; 12 %
(persen berat).
- Jenis perekat: *maltodextrin*; kanji.

2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dibagi beberapa tahap mulai dari persiapan bahan baku hingga proses pembriketan.

Persiapan bahan baku:

1. Pengumpulan bahan baku berupa sampah daun kering.
2. Selanjutnya daun kering dihancurkan menggunakan *blender* untuk mengecilkannya sehingga menghemat volume bejana pada proses selanjutnya. Daun kering yang telah dihancurkan kemudian diayak untuk menyamakan ukurannya.
3. Daun kering yang telah diayak dimasukkan ke dalam bejana tertutup (*furnace*) untuk selanjutnya dilakukan karbonisasi. Bejana yang digunakan harus dipastikan tertutup rapat

sehingga tidak ada sirkulasi udara yang keluar masuk dengan bebas.

4. Proses karbonisasi di dalam *furnace* dilakukan pada suhu 350°C selama 90 menit yang kemudian diperoleh arang daun kering.

Tahap II Proses pembriketan:

1. Perekat yang digunakan adalah *maltodextrin* dan kanji. Digunakan perbandingan *maltodextrin*: air dan kanji: air adalah 1:10. Larutan tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 70°C untuk mengurangi kadar air sehingga didapatkan larutan yang kental.
2. Divariasikan konsentrasi perekat sebesar 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Perekat yang telah siap digunakan dicampur dengan arang daun kering menjadi adonan briket. Adonan briket kemudian dicetak menjadi bentuk silinder.
3. Kuat tekan diberikan sebesar 6,5 Metric Ton. Setelah pengepresan selesai, briket yang dihasilkan dikeringkan di dalam oven untuk menghilangkan kadar air yang tersisa.

2.4 Karakterisasi

Briket yang telah selesai kemudian dikarakterisasi dengan pengujian nilai kalor, kadar abu, kandungan air, kadar asap. Pengujian bertujuan untuk menentukan kualitas briket yang sesuai standar, dan menentukan apakah briket sampah daun kering layak digunakan menggantikan bahan bakar minyak.

2.4.1 Uji Nilai Kalor (*Calorific Value*)

Nilai kalor dihitung menggunakan *bomb calorimeter*. Nilai yang diperoleh berupa *highest heating value* (HHV) dan *lowest heating value* (LHV). Standar nilai kalor dihitung menggunakan standar ASTM D240 [8].

2.4.2 Uji Kandungan Air (*Moisture Content*)

Persentase kadar air yang terkandung dalam briket yang dihasilkan dihitung menggunakan standar SNI 06-3730-1995. Kadar air briket dapat ditentukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong kemudian sampel briket dimasukkan ke cawan sebanyak 5 gram. Sampel diratakan dan dimasukkan kedalam oven yang telah diatur suhunya sebesar 105°C selama 3 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam *desikator* kemudian ditimbang bobotnya [9].

2.4.3 Uji Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)

Perhitungan kadar zat menguap yang terkandung dalam briket dihitung menggunakan standar SNI 06-3730-1995. Cara penentuan kadar zat yang menguap pada Suhu 950°C briket yaitu cawan kosong beserta tutupnya terlebih dahulu dipanaskan di dalam

furnace selama 30 menit dan didinginkan di dalam desikator. Kemudian ditimbang sebanyak 1 gram sampel ke dalam cawan kosong tersebut. Cawan selanjutnya ditutup dan dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 950°C selama 7 menit [9].

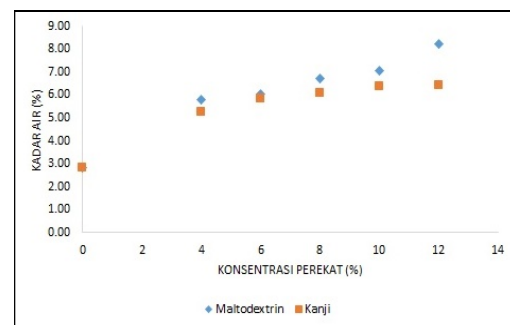
2.4.4 Uji Kadar Abu (*Ash Content*)

Perhitungan persentase kadar abu dalam briket didapatkan menggunakan standar SNI 06-3730-1995. Penentuan kadar abu dilakukan dengan cara mengeringkan cawan porselin dalam *furnace* bersuhu 600°C selama 30 menit. Selanjutnya cawan didinginkan di dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang bobot kosongnya. Kemudian ke dalam cawan kosong tersebut dimasukkan sampel sebanyak 1 gram. Cawan yang telah berisi sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 850°C selama 4 jam sampai sampel menjadi abu. Selanjutnya cawan diangkat dari dalam *furnace* dan didinginkan di dalam desikator, lalu ditimbang [9].

3. Hasil Penelitian

3.1 Kadar Air (*Moisture Content*)

Pada penelitian ini, diperoleh kadar air tertinggi pada briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 12%. Sedangkan kadar air terendah pada briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4%. Pengaruh konsentrasi briket terhadap kadar air ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi perekat terhadap kadar air briket

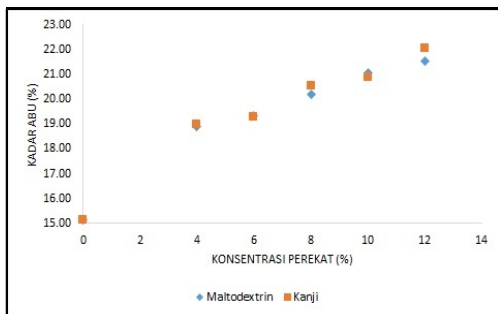
Gambar 1 menunjukkan grafik pengaruh konsentrasi perekat terhadap kandungan air yang memiliki kecenderungan semakin meningkat. Dari kedua perekat yang digunakan, briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* memiliki kadar air yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai kadar air telah memenuhi standar yang telah ditentukan SNI yaitu maksimal 8% [9].

Perekat *maltodextrin* memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan perekat kanji, hal ini terlihat secara fisik dimana perekat *maltodextrin* akan

langsung berubah menjadi lengket ketika terjadi kontak dengan udara. Sedangkan perekat kanji tetap dalam keadaan bubuk putih. Selain itu, setelah didiamkan beberapa lama, briket dengan perekat *maltodextrin* terlihat mulai ditumbuhi jamur yang menandakan masih adanya kandungan air. Hal ini membuat *maltodextrin* memiliki kualitas yang kurang baik untuk dijadikan perekat dibandingkan dengan perekat kanji.

3.2 Kadar Abu (Ash Content)

Pada penelitian ini, diperoleh kadar abu tertinggi pada briket yang menggunakan perekat kanji dengan konsentrasi 12%. Sedangkan kadar abu terendah diperoleh pada briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4%. Pengaruh konsentrasi briket terhadap kadar abu ditunjukkan pada Gambar 2.



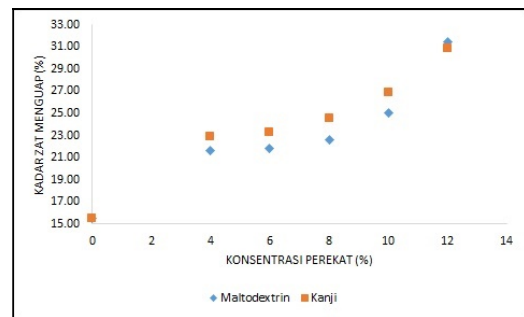
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi perekat terhadap kadar abu briket

Dari Gambar 2, dapat diketahui bahwa briket yang diperoleh baik dengan menggunakan perekat *maltodextrin* maupun kanji memiliki nilai yang berdekatan sehingga jumlah kadar abu dari kedua sampel hampir sama. Kadar abu yang berdekatan antara kedua briket diakibatkan oleh miripnya zat-zat yang terkandung baik pada *maltodextrin* atau kanji sehingga tidak ada perbedaan kadar abu yang signifikan [9]. Semakin tinggi kadar perekat yang digunakan akan semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan. Kadar abu yang tinggi akan berdampak terhadap penurunan kualitas briket yang dihasilkan sehingga akan menghasilkan nilai kalor dan laju pembakaran briket akan semakin rendah.

3.3. Kadar Zat Menguap (Volatile matter)

Pengaruh konsentrasi briket terhadap kadar zat menguap ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini. Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa kandungan zat menguap yang diperoleh tidak terlihat perbedaan yang terlalu signifikan, dimana nilai yang diperoleh berdekatan. Kadar zat menguap akan semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi perekat. Semakin besar konsentrasi perekat yang digunakan maka kadar zat menguap yang diperoleh akan semakin besar [11]. Ini disebabkan karena zar-

zat yang terkandung dalam perekat dan juga briket ikut menguap saat proses pembakaran. Volatile matter terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida dan metan. Daya rekat *maltodextrin* yang lebih kuat dibandingkan kanji menyebabkan zat-zat *volatile* sulit untuk terlepas dari ikatan sehingga membuat volatile matter briket dengan *maltodextrin* memiliki nilai yang lebih rendah. Kadar zat menguap yang terlalu tinggi dapat menjadi masalah dalam pembuatan briket. Kadar zat menguap yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya asap yang semakin banyak pula. Suhu dan lama pengarangan juga mempengaruhi kadar zat menguap yang dihasilkan. Suhu yang tinggi dan lamanya waktu pengarangan menyebabkan zat menguap lebih banyak menguap sehingga diperoleh kadar zat menguap yang lebih rendah saat dilakukan pengujian kadar zat menguap.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi perekat terhadap kadar zat menguap briket

3.4 Kandungan Karbon (Fixed Carbon)

Fixed Carbon dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Fixed Carbon (\%)} = 100 - (\text{IM} + \text{Ash} + \text{VM}) \quad (1)$$

dimana:

IM = Kadar air lembab rata-rata

Ash = Kadar abu rata-rata

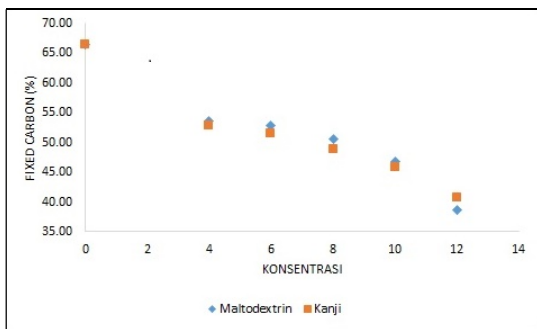
VM = Kadar zat menguap rata-rata

Fixed carbon dapat dihitung setelah analisa *volatile matter*, *moisture content*, dan *ash content* selesai dilakukan. Adapun nilai *fixed carbon* untuk briket dengan perekat *maltodextrin* dan kanji dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan *fixed carbon* tertinggi diperoleh pada briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi perekat 4%. Sedangkan kandungan *fixed carbon* terendah diperoleh pada briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi perekat 12%. Pengaruh konsentrasi briket terhadap *fixed carbon* ditunjukkan pada Gambar 4. Dari Gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa nilai *fixed carbon* semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi perekat. Penurunan nilai *fixed carbon* yang diperoleh terjadi

karena adanya peningkatan kadar air, kadar abu, dan *volatile matter* di setiap penambahan konsentrasi perekat. Nilai yang diperoleh juga sangat dekat terhadap satu dan lainnya

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Fixed Carbon* dari Briket Daun Kering

Sampel	<i>Volatile matter</i> (%)	<i>Moisture Content</i> (%)	<i>Ash Content</i> (%)	<i>Fixed Carbon</i> (%)
<i>Maltodextrin</i>				
4%	21.6650	5.7807	18.8961	53,6582
6%	21.8698	6.0415	19.33533	52,7534
8%	22.5886	6.7053	20.21197	50,4941
10%	25.0940	7.0412	21.05868	46,8061
12%	31.4583	8.2299	21.55168	38,7601
<i>Kanji</i>				
4%	22.8972	5.2806	19.01194	52,8103
6%	23.2869	5.8508	19.30728	51,5550
8%	24.5809	6.1100	20.52768	48,7815
10%	26.8517	6.3867	20.87561	45,8860
12%	30.8346	6.4299	22.06287	40,6726

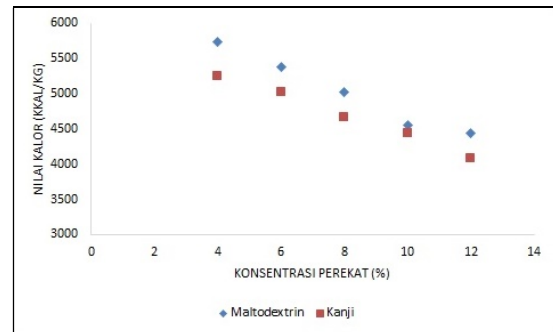


Gambar 4. Pengaruh konsentrasi perekat terhadap *fixed carbon* briket

3.5 Nilai Kalor (*Caloric Value*)

Pengaruh konsentrasi briket terhadap nilai kalor ditunjukkan pada Gambar 5. Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai kalor akan semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi perekat. Nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kandungan air, kandungan abu dan juga *volatile matter*, dimana peningkatan nilai setiap kandungan akibat pengaruh perekat tersebut akan menurunkan nilai kalornya. Dari hasil yang diperoleh, briket yang menggunakan perekat *maltodextrin* menghasilkan nilai kalor yang sedikit lebih tinggi dibandingkan briket yang menggunakan perekat kanji. Hal ini diakibatkan karena briket berperekat *maltodextrin* memiliki jumlah karbon tetap yang tinggi dan *volatile matter* rendah. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai kalor yang diperoleh sudah ada yang memenuhi standar yang telah ditentukan oleh SNI yaitu pada briket

maltodextrin 4% dan 6% serta briket kanji 4%, 6% dan 8% [12].



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi perekat terhadap nilai kalor briket

3.6 Komparasi Karakter Briket

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian karakteristik briket yaitu *proximate analysis* yang terdiri dari analisa kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap serta uji nilai kalor. Selain analisa terhadap karakteristik ini, dilakukan juga perbandingan dengan standar mutu briket di beberapa negara. Standar ini menentukan apakah briket yang dihasilkan dalam penelitian ini layak untuk digunakan atau tidak. Berikut adalah tabel perbandingan kualitas briket hasil penelitian dengan standar SNI.

Tabel 2. Analisa briket hasil penelitian dengan perbandingan SNI

Sifat Briket	Hasil Penelitian		SNI
	<i>Maltodextrin</i>	Kanji	
Kadar Air (%)	5,78-8,23	5,28-6,43	≤ 8
Kadar Abu (%)	18,89-21,55	19-22	≤ 8
Kadar Zat Menguap (%)	21,66-31,45	22,89-30,83	≤ 15
Nilai Kalor (Kkal/kg)	4432-5732	4084-5257	≥ 5000

Sumber: SNI 1/6235/2000

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kadar air yang paling rendah didapatkan pada perekat kanji dengan konsentrasi 4% yaitu 5,2806%. Sedangkan kadar air yang paling tinggi didapatkan pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 12% yaitu 8,2299%. Kadar abu yang terendah dihasilkan pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4 % yaitu sebesar 21,66%. Sedangkan kadar abu yang tertinggi dihasilkan pada perekat kanji dengan konsentrasi 12 % yaitu sebesar 30,83%.
2. Kadar zat menguap yang terendah diperoleh pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4% yaitu sebesar 17,4582%. Sedangkan kadar zat menguap yang tertinggi diperoleh pada perekat kanji dengan konsentrasi 12% yaitu sebesar 19,7592%.
3. Nilai kalor yang terendah diperoleh pada perekat kanji dengan konsentrasi 12% yaitu sebesar 4084,7 kkal/kg. Sedangkan nilai kalor yang tertinggi diperoleh pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4% yaitu sebesar 5732,101 kkal/kg.
4. Kandungan *fixed carbon* yang terendah diperoleh pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 12% yaitu sebesar 38,7601%. Sedangkan kandungan *fixed carbon* yang tertinggi diperoleh pada perekat *maltodextrin* dengan konsentrasi 4% yaitu sebesar 53,6582%.

Daftar Pustaka

- [1] Hambali, E., 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penebar Swadaya. Bogor.
- [2] Fairus, S., Salahudin., Latifa, R., Emma, A. 2011. *Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket*. Hal. E01-1–E01-4.
- [3] Zandersons, J., Gravitis, J., Kokorevics, A., Zhurinsh, A., Bikovens, O., Tardenaka, A., Spince, B. 1999. *Studies of Brazilian*

Sugarcane Bagasse Carbonisation Process and Product Properties. Biomass and Bioenergy Journal. 17: 209–219.

- [4] Debdoubi, A., El Amarti, A., Colacio, E. 2005. Production of Fuel Briquettes from Esparto Partially Pyrolyzed. *Energy Conversion and Management Journal. 46: 1877–1884.*
- [5] Chin, O.C., Shiddiqui, K.M. 2000. Characteristics of Some Biomassa Briquettes Prepared Under Modest Die Pressures. *Biomass and Bioenergy Journal. 18: 223–228.*
- [6] Antwi-Boasiako, C., Acheampong, B. B. 2016. Strength Properties and Caloric Values of Sawdust-Briquettes as Wood-Residue Energy Generation Source from tropical Hardwoods of Different Densities. *Biomass and Bioenergy Journal. 85: 144–152.*
- [7] Nuriana, W., Anisa, N., Martana. 2014. Synthesis Preliminary Studies Durian Peel Bio Briquettes as an Alternative Fuels. *Energy Procedia Journal. 47: 295–302.*
- [8] Elfiano, E., Purwo, S., Ahmad S. 2014. Analisa Proksimat dan Nilai Kalor pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu. *Jurnal APTEK. 6(1): 57–64.*
- [9] Maryono, Sudding, Rahmawati. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Chemical Journal. 14(1): 74–83.*
- [10] Puspa, Dilla. 2014. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa menjadi Biobriket dengan Variasi Komposisi Bahan Baku*. Jurusan Teknik Kimia.Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [11] Setiawan, A. 2007. *Memfaatkan Kotoran Ternak, Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan Energi Alternatif*. Penebar Swadaya. Depok.
- [12] Kencana, A.A., dan Mursadin, A. Fuel Briquette Based on Food Waste Energy. *Applied Science for Technology Innovation. 9–17.*